

PAT-NO: JP409033467A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 09033467 A

TITLE: MOSFET-TYPE GAS SENSOR

PUBN-DATE: February 7, 1997

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

TSUJI, HIDEHIKO

MITSUHAYASHI, KOJI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

DENSO CORP

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP07185714

APPL-DATE: July 21, 1995

INT-CL (IPC): G01N027/00

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a MOSFET-type gas sensor the size of a gas introduction port of which can be changed thereby to adjust a sensitivity in accordance with a concentration range of a gas, improve a selectivity to gases and correct a characteristic change due to influences by an external field.

SOLUTION: The sensor is provided with a gate electrode 10 and a gate insulation film 13. A slit or hole 11 is formed in the gate electrode 10 allowing a predetermined gas to pass through. The gas passing through the slit or hole 11 comes directly or indirectly in touch with the insulation film 13. A predetermined gap 12 is formed between the gate electrode 10 and gate insulation film 13. The gap 12 is divided to a plurality of compartments by diaphragms not passing the gas. At least one or more of the plurality of compartments or, one or more slits or holes 11 of the compartments are covered with a member not passing the gas. A sensitivity of the sensor can thus be adjusted in accordance with a target concentration range of the gas.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-33467

(43)公開日 平成9年(1997)2月7日

(51)Int.Cl.[°]

G 0 1 N 27/00

識別記号

庁内整理番号

F I

G 0 1 N 27/00

技術表示箇所

J

審査請求 未請求 請求項の数7 OL (全 9 頁)

(21)出願番号 特願平7-185714

(22)出願日 平成7年(1995)7月21日

(71)出願人 000004260

株式会社デンソー

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(72)発明者 辻 秀彦

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 日本電

装株式会社内

(72)発明者 三林 浩二

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 日本電

装株式会社内

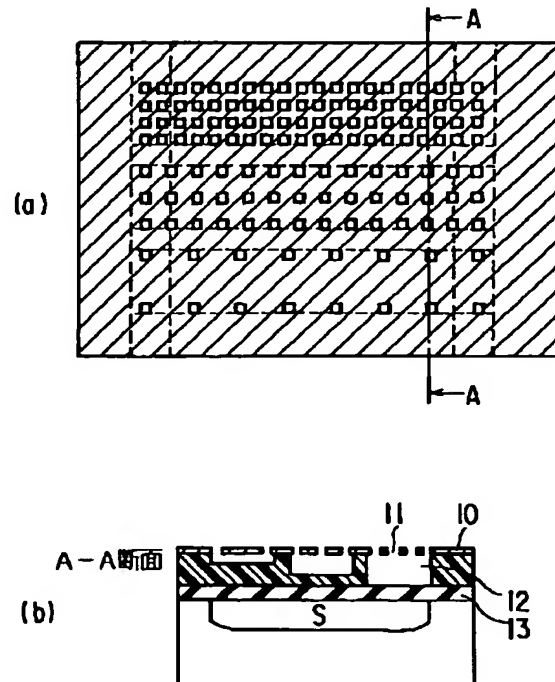
(74)代理人 弁理士 鈴江 武彦

(54)【発明の名称】 MOSFET型ガスセンサ

(57)【要約】

【課題】 ガス導入口の大きさを変化させ、ガス濃度範囲に応じたセンサ濃度調節、ガスに対する選択性向上および外界の影響によるセンサ特性変化の補正が可能なMOSFET型ガスセンサを提供する。

【解決手段】 所定のガスが透過可能なスリット又は孔11が形成されて成るゲート電極10と、そのスリット又は孔を通過したガスが直接、間接的に接触するゲート絶縁膜13とを備え、ゲート電極とゲート絶縁膜の間には所定の空隙12を形成し、その空隙はガスを透過しない隔壁によって複数の区切られたコンパートメントをもつ構造に形成し、それら複数のコンパートメントの1つ以上、又はそれに付随するスリット又は孔の1つ以上を、ガスを透過しない部材により塞ぐことにより、目的とするガス濃度範囲に応じてセンサ感度を調節可能となるようにMOSFET型ガスセンサを構成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 所定のガスが透過可能なスリットまたは孔が形成されて成るゲート電極と、

前記スリットまたは孔を通過した前記ガスが間接または直接的に接触するゲート絶縁膜と、を具備し、

前記ゲート電極と前記ゲート絶縁膜との間には所定の空隙を形成し、

前記空隙は、前記ガスを透過しない隔壁によって複数のコンパートメントに区切られた構造を成し、

複数の前記コンパートメントの少なくとも1つ、または当該コンパートメントに付随する前記スリットまたは前記孔の少なくとも1つを、前記ガスを透過しない部材により閉塞可能に構成して、目的とする所望のガス濃度範囲に応じてセンサ感度を選択的に調節可能に構成することを特徴とするMOSFET型ガスセンサ。

【請求項2】 所定のガスが透過可能なスリットまたは孔が形成されて成るゲート電極と、

前記スリットまたは孔を通過した前記ガスが間接または直接的に接触するゲート絶縁膜と、を具備し、

前記ゲート電極と前記ゲート絶縁膜との間には所定の空隙が形成された構造を成し、

前記スリットまたは孔の「大きさ」を、外部からの所定の信号または外界の状態に応じて変化させることにより、目的とする所定のガス濃度範囲に応じてセンサ感度を調節可能に構成することを特徴とするMOSFET型ガスセンサ。

【請求項3】 前記スリットまたは前記空隙の大きさの設定によって、測定対象とするガスに対する選択性を向上させることを可能にすることを特徴とする、請求項2に記載のMOSFET型ガスセンサ。

【請求項4】 所定のガスが透過可能なスリットまたは孔が形成されて成るゲート電極と、

前記スリットまたは孔を通過した前記ガスが間接または直接的に接触するゲート絶縁膜と、を具備し、

前記ゲート電極と前記ゲート絶縁膜との間には所定の空隙を形成し、

外界の状態に応じて前記スリットまたは孔の大きさを变化させることにより、外界の状態により当該センサの特性の変化を補正可能にすることを特徴とするMOSFET型ガスセンサ。

【請求項5】 所定のガスが透過可能なスリットまたは孔が形成されて成るゲート電極と、

前記スリットまたは孔を通過した前記ガスが間接または直接的に接触するゲート絶縁膜と、を具備し、

前記ゲート電極と前記ゲート絶縁膜との間には所定の空隙を形成し、

前記空隙は、前記ガスを透過しない隔壁によって複数のコンパートメントに区切られた構造を成し、

それぞれの前記コンパートメントの内面または空隙内には、感応するガスの種類が異なるガス感応膜材がそれぞ

れ配されて成り、

それぞれの前記空隙に付随する前記ゲート電極上のスリットまたは孔が外部からの信号または外界の状態に基づいて開閉可能に構成されていることを特徴とするMOSFET型ガスセンサ。

【請求項6】 所定のガスが透過可能なスリットまたは孔が形成されて成るゲート電極と、

前記スリットまたは孔を通過した前記ガスが間接または直接的に接触するゲート絶縁膜と、を具備し、

前記ゲート電極と前記ゲート絶縁膜との間には所定の空隙を形成し、

前記スリットまたは孔を外界の所定の信号によって駆動する装置により変化させることにより、目的とする所定のガス濃度範囲に応じてセンサ感度を調節可能に構成されることを特徴とするMOSFET型ガスセンサ。

【請求項7】 所定のガスが透過可能なスリットまたは孔が形成されて成るゲート電極と、

前記スリットまたは孔を通過した前記ガスが間接または直接的に接触するゲート絶縁膜と、を具備し、

外界の状態に応じて前記スリットまたは孔の大きさを变化させることにより、外界の状態により当該センサの特性の変化を補正可能にすることを特徴とするMOSFET型ガスセンサ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はFETガスセンサに係わり、特に、外部からの電気信号あるいは、温度等の外界の状態によってセンサの感度や選択性または応答性を調節できるガスセンサに関する。

【0002】

【従来の技術】漏洩ガス検出と濃度測定、またはサンプリングしたガスの分析等を用途とする半導体式センサには、その用途に適したセンサとして、図8に示すような構造のMOSFETガスセンサが存在する。すなわち、このMOSFETの構造においては、ゲート絶縁膜上にガス導入用の空隙を有すると共に、ガス導入のためゲート電極にスリットまたは孔を有するものが例えば、Applied Physics Letters Vol.43, P.700 1983 に提案されている。

【0003】また、特開平3-274452号公報には、「電界効果トランジスタ型酸素センサ」が提案されており、FET型センサでありゲート電極膜と固体電解質膜とを有して速い応答性と高感度が図られている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上述のような従来のセンサにおいては、ゲート電極に設けられたガス導入用の多数のスリットまたは孔の大きさがすべて一定であるため、検出対象である種々のガスの濃度範囲をカバーして測定するためには、それらすべての種類のガスに応じられるセンサを多数用意しなければならないとい

う運用上の問題があった。それ故に、FETガスセンサとしての大量生産によるコストダウンが可能なセンサであるという長所を十分に生かせないという問題があった。

【0005】また、従来のセンサは、使用環境によっては当該センサの温度特性に起因する出力誤差が発生してしまうという不具合もあった。そこで本発明の主な目的は、上述の課題を鑑みてなされたものであり、スリットまたは孔の大きさを外部からの信号、または温度をはじめとする外界の状態に応じて変化させることにより、目的とするガス濃度範囲に応じてセンサ濃度を調節したり、目的とするガスに対する選択性を向上させたり、あるいは温度などの外界の影響によるセンサの特性変化を適宜に補正することが可能なMOSFET型ガスセンサを提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】そこで本発明は、上記の課題を解決するために次のような手段を講じている。すなわち、FETガスセンサにおいて上記スリットまたは孔の大きさの違いによりセンサの感度を調節するため、予めスリットまたは孔の大きさの異なる単位に隔壁によって区分されて成る複数のコンパートメントを配備しておき、ガス検出に際して目的とするガス濃度範囲に応じて検出に不要なコンパートメントを塞ぐ等により、大量生産によって安価に製造された多数のセンサの中から所定の1つのセンサをその目的とするガス濃度範囲に応じて適宜に使い分けて運用することが可能になる。

【0007】また、「電気」や「光」等のセンサ外部から与えられる信号によって形状変化を生じる材料を適宜に採用してスリットまたは孔を形成することにより、スリットまたは孔の大きさを必要に応じて随時変化させてセンサ感度を最適に調節することも可能である。

【0008】さらに、スリットまたは孔の大きさの違いにより、目的とするガス分子だけを透過させて選択性を向上させることも可能である。また温度などの外部の環境に対応して形状変化を生じる材料を利用しスリットまたは孔を形成することにより、その外部環境の状態によってセンサ特性が変化することに起因する検知誤差を補正することも可能である。

【0009】(作用) ガスセンサのガス導入用スリットまたは孔の大きさを、それを形成する構造又は材料とその組合せ等によって可変的に調節することにより、スリットの内側に配されたゲート絶縁膜に直接又は間接的に接触するガス分子の量またはその種類を所望するように適宜に調節できるので、ガスセンサとしての感度または選択性をその用途と必要に応じて調節または補正する。

【0010】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照しながら本発明の複数の実施の形態について順次説明する。

(実施形態1) 図1(a)～(c)は本発明の1つの実

施形態としての、MOSFETセンサの構造を示している。詳しくは、図1(a)にはFETガスセンサの平面図が、図1(b)には平面図中の線分A-Aにおける縦断面図が、図1(c)には同じく平面図中の線分B-Bにおける縦断面図が示されている。

【0011】図1(a)に示すMOSFETセンサの表面には、このMOSFETセンサを構成するMOSFETのゲート電極10にガス導入用としてスリットまたは孔11が多数形成され、その形成された配列の密度が異なっていることがわかる。

【0012】このように配列の密度が異なる複数のコンパートメント21～22から構成されるFETガスセンサは、ガス導入用として、配列の密度を3つの群に分離するために破線で示す隔壁でコンパートメント21、22、23に区分されている。

【0013】また、図1(b)および図1(c)から解るように、スリット11の形成された層の下には、エッチング等で加工可能な材質から成る例えば、シリコン酸化膜層を中間層として形成され、コンパートメントの隔壁をなしている。そして、上記の中間層の一部を所定の範囲にわたって「空隙」12としてエッチング加工等によって所定の深さ(当図では、中間層の厚さ)の空間が形成されている。そしてこの空間の底にはゲート絶縁膜13が部分的に露出されている。

【0014】前述の3種類のコンパートメントの中で最も粗い配列密度のコンパートメント21は、ガス濃度が「高い」ものに使用され、一方、密な配列密度のコンパートメント23は、ガス濃度が「低い」ものに使用され得る。

【0015】また、検知したい目的のガスに適応しない密度のコンパートメントのスリットまたは孔は使用しないので所望により塞いでおいてもよい。本発明の本実施形態1における特徴は、ゲート電極にガス導入用として形成されるスリットまたは孔11の密度を変化させた複数のコンパートメント21～23を形成しておき、必要に応じて使用しないスリットまたは孔11を粘着テープまたは樹脂など目的とするガスを遮断する材料において「塞ぐ」ことを特徴とするものである。

【0016】このような特徴をもつ本実施形態1のMOSFETセンサの運用に際しては、例えば、極めて低濃度のガスを感度よく測定したい場合には、すべてのスリットまたは孔を開けた状態で使用する。一方、例えば、高濃度のガスをより広い濃度範囲で濃度とセンサ出力が直線性(リニアリティ)を保つように測定したい場合には、1つまたはそれ以上のコンパートメントを上述の手段によって塞いだ状態で使用してもよい。

【0017】なお、図示しているようなセンサの構造の製造は、例えば、Applied Physics Letters Vol.43, P.700 1983に記載されている半導体形成工程で一般的に用いられる製造工程によって容易に形成できる。また、

ゲート長などの寸法自体は通常のMOSFETと同様のものを用いることも可能である。

【0018】(作用効果1)このように本実施形態1によれば、センサの感度調整が可能になる。なお、スリットまたは孔の密度を変えたコンパートメントを複数用意することで、それらの組合せによって同じスリットまたは孔密度のコンパートメントを複数用意するという従来のセンサに比較しても、運用上、さらに微細なる感度調整が使用者側でも可能となる。

【0019】(実施形態例2)前述の実施形態例1では、ゲート絶縁膜13上に空隙12を設けているが、本実施形態例ではその他にも図2に示すような空隙を設けない構造も可能であることを示している。

【0020】すなわち、図示のように、スリットまたは孔11が所定の配列密度で形成されているゲート電極10のすぐ下には、ゲート絶縁膜13が重畳されている積層構造になっており、前例とは異なる「空隙なし」の半導体センサの構造を成していることがわかる。

【0021】(作用効果2)よって、本例のようなゲート電極11とゲート絶縁膜13との間にあえて空隙を形成しなくとも半導体センサとしての前例と同様の効果を発揮するMOSFET型センサを容易に製造してより安価に提供することが可能となる。

【0022】(実施形態例3)前述の実施形態例1では、スリットまたは孔11の配列密度を変化させた構成によりガスセンサとしての感度調整を行えるようにしているが、本実施形態例ではその他にも図3(a)に示すようなスリットまたは孔11の大きさや形状のみならず、図3(b)に示すような空隙の「深さ」を変えることによって、前述同様の効果が得られることを示している。

【0023】すなわち、図3(a)に示すように、MOSFETセンサの表面のゲート電極10には、ガス導入用として「大きさ」または開口部の「形状」が微妙に異なるスリットまたは孔11が多数形成されており、その形成された配列の密度もコンパートメント(破線で示す)毎に異なっている。

【0024】そして、ガス導入用としてのスリットまたは孔の大きさは、検出対象に応じて任意に設定される。また、その開口部の形状も前例の「矩形」に限らず円形、楕円または三角形であってもよく、検出する対象や環境に最適な形状または大きさを選択的に用いてもよい。

【0025】また、図3(b)の断面図に示すように、3種類のコンパートメントの空隙12はそれぞれ異なりその深さの「浅い」ものから「深い」ものまで3段階に形成された構造を示している。

【0026】このように、空隙の「深さ」即ち、空隙12の「容積」をコンパートメント毎に変えて構成することでも前述同様の効果が得られる。

(作用効果3)空隙12を下降したガス分子は、その底部に配されたゲート絶縁膜13またはその上層の例えばシリコン酸化膜等のから成る薄膜に接することによってそのガス分子の存在が検知されるが、通常、このゲート絶縁膜13に直接的に接した状態の方が電圧変化が大きくなるので、高感度に検知できる。

【0027】また、電圧変化のリニアリティに関して、上述のような直接的な接触よりも、ガス分子とゲート絶縁膜13との間に前述の酸化薄膜を介在した方がそのリニアリティが良好となる。

【0028】また、空隙12の「容積」に関しては、容積が広い程、センサのレスポンスは遅くなる。よって、速い応答特性を求める場合には、この空隙12の容積が狭い構造のコンパートメントを使用するとよい。

【0029】同様に、空隙12と絶縁膜13との「距離」もセンサのレスポンスに影響し、ガス分子がゲート電極10のスリットを通過してゲート絶縁膜13または隣接する酸化膜に到達するまでの時間に反比例する。

【0030】よって、本実施形態例では単に、空隙12の容積が変わった効果だけではなく空隙12とゲート絶縁膜13との間の「距離」を変化させたこと、および介在する酸化薄膜の厚さを変化させることによる効果も加えられる。

【0031】(実施形態例4)図4(a)、(b)に示すように、ゲート電極10を外部からの信号により形状変化を生じる材料で形成することにより、外部からの信号によりガス導入用のスリットまたは孔11の大きさを調整し、その結果ガスセンサの感度を調整するセンサを、実施形態例4として例示したものである。

【0032】上記のゲート電極10の材料としては材料自身が導電性を有するもの以外にも上記のごとく変形する材料の表面に金属膜を形成する、あるいは上記材料中に導電性材料を分散することでも可能である。

【0033】外部からの信号によりその形状に変化を生じる材料の具体例としては、外部信号が電気信号である場合は圧電材料(例えば、PZTやPVDFなど)が使用される。この場合は、材料に電気信号を印加するためにはその材料上に電極を形成する必要がある(不図示)。その構造の一例として、圧電材料の両面に電圧印加用の電極を形成した「ユニモルフ」と言われる積層構造、すなわち、ある圧電材料を2つの金属層で両側から挟んだ構造を採用したものがある。さらに、変形量を大きくするための構造の一例としては、前述の「ユニモルフ」を2枚を層ねたものと類似する「バイモルフ」と呼ばれる積層構造、すなわち、上から金属層、圧電材料、金属層、圧電材料、金属層という5層構造を採用したものがある。このような構造は、制作プロセスが若干複雑になる分コストアップが僅かに生ずるが、変形量をさらに大きくとることができる構造である。

【0034】(作用効果4)図5(a)に示したゲート

電極10の拡大断面において、上層の圧電材料の層と、下層の圧電材料の層にそれぞれ極性の異なる電圧が印加されると、図5(b)に示すように湾曲するので、スリット11が拡張して検知対象のガス分子が入りやすくなり、その結果としてセンサ感度が向上する。

【0035】次に、外部信号が「光」の場合は、無機の焦電材料や光によって構造変化を生じる分子から形成された高分子材料が使用される。また、外部信号が「熱」の場合は、熱膨張係数の大きな材料、あるいは形状記憶合金またはバイメタルなどが使用される。

【0036】図6(a)、(b)に示すように、形状記憶合金を用いる場合には、通常はスリットまたは孔を閉じておき、ある温度以上ではスリットまたは孔を開くように設定してガスの検知または濃度等の測定を行うことが可能である。

【0037】また、上述に類似した構造で、形状記憶合金の代わりにバイメタルを用いれば、温度の変動によってスリットまたは孔11の大きさが連続的に変化するので、その温度によってセンサの特性が変化するのを補正することが可能である。

【0038】なお、温度補正の係数は採用するバイメタルの材質、あるいはスリットまたは孔の大きさ、またはスリットの幅をセンサとして最適化することで調整することができる。

【0039】本実施形態はゲート絶縁膜13上に空隙12を配設した例であったが、その他にも前説の(実施形態例2)の図2に示したように空隙を設けない構造であっても実施可能である。

【0040】(実施形態例5)前説の(実施形態例4)に示したスリットまたは孔11を、測定対象とするガス分子を選択的に透過させる手段として用いることも実施可能である。すなわち、空隙を狭めることで水素など分子径の小さいガス分子を選択的に透過させ、測定対象以外の分子に対する選択性を向上させることが可能である。

【0041】さらに、外部信号によりスリットの幅を r_1 から r_2 ($r_1 < r_2$)へと変化させ、その前後のセンサ出力の差分をとることにより、分子の径 r の大きさの範囲が $r_1 < r < r_2$ であるような分子を選択的に検出することも可能である。圧電材料の変形は電圧の印加によって結晶構造が歪むことに起因するため、その変形量は極めて小さくナノメートルレベルで制御することが可能である。よって、スリットの幅を変化させるのに圧電材料を用いると、上述のような微小な分子径の違いにより所望する分子だけを選択することが可能である。

【0042】(作用効果5)スリット(孔)の径が r_1 の場合は、 $r_1 < r$ なる分子径の分子はスリットを通過できないが、このときのセンサ出力を S_1 と仮定する。次に、外部信号によりスリット(孔)の径を r_2 (但し、 $r_1 < r_2$)に変化させることによると、 $r < r_2$

なる分子径の分子は透過できるようになる。このときのセンサ出力を S_2 と仮定すると、各々のセンサ出力の差分である $S_2 - S_1$ は、分子径 r が、 $r_1 < r < r_2$ という範囲の分子の濃度に比例する。

【0043】よって、直径の小さい水素ガスと、比較的大きな窒素ガスを区別して検知する場合にも、それらの実際の直径を考慮して、このスリットの径を変化させることにより、検知対象のガス分子の大小に基づき選択的に所望する種類のガスのみを検知、または当該センサから排除することができる。

【0044】(実施形態例6)図7(a)に示すように、各コンパートメント毎にガス感応膜30~32の材料が異なる構造に形成する。詳しくは、第1のコンパートメントには第1のガス感応膜30をその空隙12の底部に敷置し、それと隣接する第2のコンパートメントには第2のガス感応膜31をその空隙12の底部に敷置し、同様にもう1つの隣接する第3コンパートメントには第3のガス感応膜32を同様に空隙12の底部に敷置する。

20 【0045】このような構造のセンサでは、検知したいガスに感応するガス感応膜が配されたコンパートメントのみを選択的に使用すればよく、図7(b)、(c)に示すように所望するコンパートメントだけのスリット11のみを開口しておけばよい。

【0046】(作用効果6)つまりこのような構造によれば、ガス感応膜30~32の材料が異なるセンサ毎に測定用の回路を構成する必要がなくなり、共通の測定回路と外部信号を伝達する機構とでセンサを構成できる。

30 【0047】さらに、外部信号として光や熱等を利用する場合は、センサと直接コンタクトをとる必要がないので、外部信号として電気信号を利用する場合に比べてセンサの構成をより簡素化することができる。

【0048】なお、本実施形態例は、ゲート絶縁膜上に空隙12を配設した例だが、その他にも前説の(実施形態例2)の図2に示したような空隙12を設けない構造も可能であることは言うまでもない。

40 【0049】また、図7(b)、(c)に示したコンパートメント単位に所望のガス導入用スリットまたは孔11を開閉する方法としては、前述の他にも各コンパートメント単位に選択的に所定の極性の電圧を印加する電極(不図示)を設け、電気的なON/OFF制御によって所望のスリットの口径を変化させてもよい。

【0050】(実施形態例7)前説の(実施形態例4)では、ガス導入用のスリットまたは孔の大きさを材料自身の変形等で変化させているが、一定の大きさをもつスリットまたは孔を複数組み合わせる本発明のMOSFET型センサを実施してもよい。

50 【0051】(作用効果7)その結果、それら限定的条件の大きさを適宜に組み合わせる検知ガスに対応してスリットの配列位置を相対的に移動させることによって、

所望するガスを導入するためのスリットまたは孔の大きさを变化させることも可能となり、前述同様の効果を発揮できるMOSFET型センサを容易にかつ大量生産で安価に提供することのメリットを生かすことも可能となる。

【0052】なお、複数のスリットまたは孔を相対的に移動する手段としては、例えば「マイクロマシン技術」を利用したことを記載した文献、「機械設計」第35巻、14号、P.35 1991 中の静電モーターを用いる手法も適用が可能である。

【0053】以上、本発明に関して複数の実施形態に基づいて説明してきたが、本明細書中には次の発明の要旨が含まれている。

(1) MOSFETを利用したガスセンサにおいて、ゲート絶縁膜と、所定のガスが接触するための面(例えば、ゲート絶縁膜)または、それらの間に所定の)空隙を有し、かつ前記面または前記空隙がガスを透過しない仕切り(壁)によって複数の区切られたコンパートメントを有す構造を成し、かつ前記面または前記空隙に前記ガスを導入するためゲート電極にスリットまたは孔を有するもので、複数の区切られた前記面または前記空隙のうち1個以上または、それに付随する前記スリットまたは前記孔の1個以上を、検知対象とするガスを透過しない部材で塞ぐことにより、目的とするガス濃度範囲に応じてセンサ感度を調節可能にすることを特徴とする。

【0054】(2) MOSFETを利用したガスセンサにおいて、ゲート絶縁膜と所定のガスが接触するための面または空隙を有し、かつ当該の面または前記空隙に前記ガスを導入するためゲート電極に所定のスリットまたは孔を有し、前記スリットまたは前記孔の「大きさ」を外部からの信号または外界の状態に応じて変化させることにより目的とする所望のガス濃度範囲に応じてセンサ感度を調節可能なMOSFET型ガスセンサである。

【0055】(3) 前記スリットまたは前記空隙の大きさの設定によって、測定対象とするガスに対する選択性を向上させることを可能にすることを特徴とする

(2)に記載のMOSFET型ガスセンサである。

【0056】(4) MOSFETを利用したガスセンサにおいて、ゲート絶縁膜と所定のガスが接触するための面または空隙を有し、かつ当該の面または空隙に前記ガスを導入するためゲート電極にスリットまたは孔を有するもので、外界の状態に応じて前記スリットまたは孔の「大きさ」を变化させることにより、外界の状態により当該センサの特性が変化することを補正可能なことを特徴とするMOSFET型ガスセンサである。

【0057】(5) MOSFETを利用したガスセンサにおいて、ゲート絶縁膜とガスが接触するための面または空隙を有し、かつ当該の面または空隙が所定のガスを透過しない「仕切り」によって複数の区切られた空間(コンパートメント)構造を有し、かつ当該の面または

空隙に前記ガスを導入するためにゲート電極にスリットまたは孔を有するものであり、前記コンパートメントの面または空隙毎にゲート絶縁膜上のガス感応膜材料が異なり、かつ個々の空隙に付随する前記ゲート電極上のスリットまたは孔が外部からの信号または外界の状態によって開閉することを特徴とするMOSFET型ガスセンサである。

【0058】(6) MOSFETを利用したガスセンサにおいて、ゲート絶縁膜とガスが接触するための面または空隙を有し、かつその面または空隙にガスを導入するためのゲート電極にスリットまたは孔を有するもので、前記スリットまたは孔を外界の信号によって駆動する装置により変化させることによって目的とするガス濃度範囲に応じてセンサ感度を調節可能なことを特徴とするMOSFET型ガスセンサである。

【0059】(7) 前述の実施形態例に示す、ゲート絶縁膜上に空隙を設けた構造のほかにも、あえて空隙を設けない構造のとすることを特徴とするMOSFET型ガスセンサである。すなわち、スリットが所定の配列密度で形成されているゲート電極のすぐ下に、ゲート絶縁膜が重畳された「空隙なし」の積層構造である。

【0060】

【発明の効果】以上に説明したように、本発明のMOSFETガスセンサに関する複数の実施形態および請求項に表した上記要旨によれば、次のような各効果が得られる。

1. 本発明の要旨(1)によれば、あらかじめ大量生産したMOSFETガスセンサに簡便な後処理を施すことにより、用途に応じてセンサ感度を適宜調整して使用することが可能になる。さらに、着脱可能な部材によってスリットを塞いでおけば、異なった感度で使用したい場合においても再利用が可能である。その結果、より安価で使用範囲の広いMOSFETガスセンサを提供可能である。

【0061】2. 本発明の要旨(2)によれば、外界の信号によりガスセンサの感度が調整可能である故に、必要に応じて連続的にセンサの感度が調整可能である。よって測定するガス濃度に応じて最適な感度を得られるように調整することも可能である。また、測定が不要な場合はガスとセンサ感応膜の接触を遮断することでセンサ感応膜の寿命を延ばす効果も得られる。また外部からの信号として光や熱等を用いれば制御用の電気回路が不要となるという効果がある。

【0062】3. 本発明の要旨(3)によれば、外部からの信号または外界の状態により測定対象とするガス分子の大きさに応じて、ガス透過用のスリットの幅または孔の大きさを变化させることにより、測定対象のガス分子に対する選択性を高められるという効果がある。

【0063】4. 本発明の要旨(4)によれば、外界の状態によりガスセンサ自体の特性が変化する場合で

11

も、それを補正する電気的回路などが不要になるという効果がある。

【0064】5. 本発明の要旨(5)によれば、複数のガスにตอบสนองする感応膜を1つのセンサに作り込みそれらを外部からの信号または外界の状態によりON-OFFすることで複数のセンサを個々の回路で駆動する場合に比べて余分な回路等が不要になるという効果がある。

【0065】6. 本発明の要旨(6)によれば、スリットの幅や孔の大きさを静電モーター等の手段を用いて変化させることにより、センサ感度をより大きく変化させることができるという効果がある。

【0066】7. 本発明の要旨(7)によれば、ゲート電極とゲート絶縁膜との間にあえて空隙を形成しなくとも半導体センサとして同様の効果を発揮するMOSFET型センサを容易に製造でき、且つより安価に提供できる効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態例1としての構成を示し、(a)は、密度変化のあるコンパートメントの配列構造を示す平面図、(b)は、(a)中の線分A-Aにおける縦断面図、(c)は、(a)中の線分B-Bにおける縦断面図。

【図2】本発明の実施形態例2としての構成を示し、空隙の無い構造の断面図。

【図3】本発明の実施形態例3としての構成を示し、

12

(a)は、容積変化のあるコンパートメントの配列構造を示す平面図、(b)は、(a)中の線分A-Aにおける横断面図。

【図4】本発明の実施形態例4としての構成を示し、(a)は、外部信号により形状変化する材料の変形前の断面図、(b)は、その変形後の断面図。

【図5】本発明の実施形態例4としての構成を示し、(a)は、バイモルフ構造の変形前の断面図、(b)は、その変形後の断面図。

【図6】本発明の実施形態例4としての構成を示し、(a)は、バimetallまたは形状記憶合金の変形前の断面図、(b)は、その変形後の断面図。

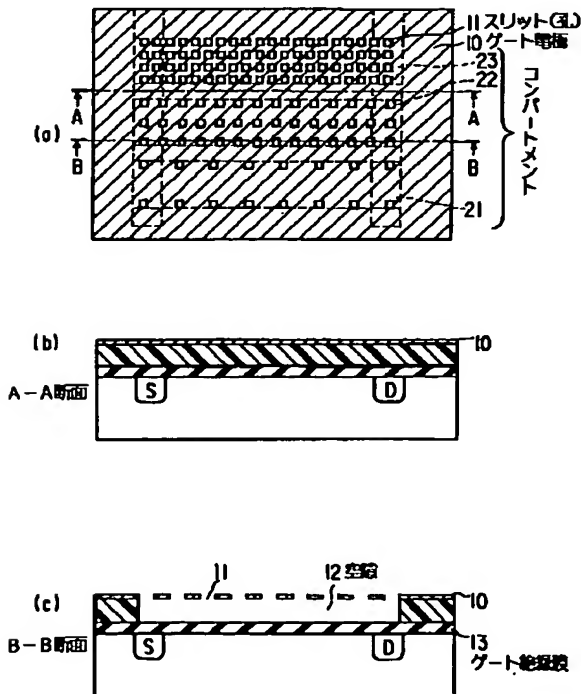
【図7】本発明の実施形態例6としての構成を示し、(a)は、コンパートメント毎に材料が異なる構造の変形前の断面図、(b)は、その材料の変形後の断面図、(c)は、さらにその変形後の断面図。

【図8】従来のMOSFET型ガスセンサの構造を示す断面図。

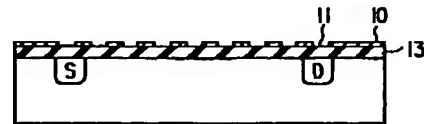
【符号の説明】

- 10…ゲート電極、
- 11…スリットまたは孔、
- 12…空隙、
- 13…ゲート絶縁膜、
- 21～23…コンパートメント、
- 30～32…ガス感応膜。

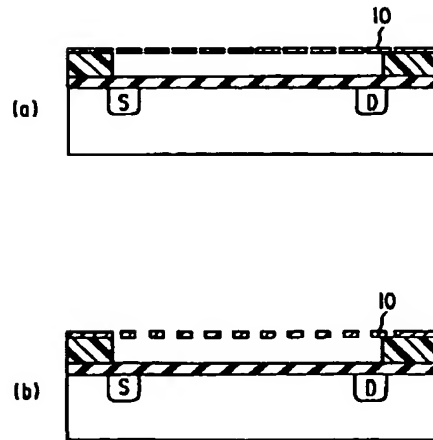
【図1】



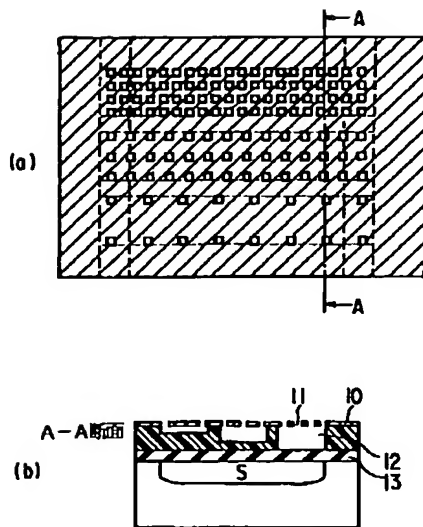
【図2】



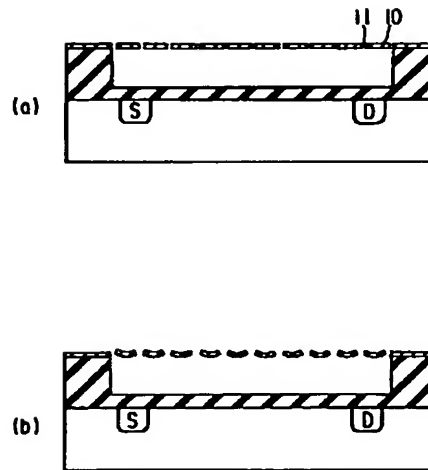
【図4】



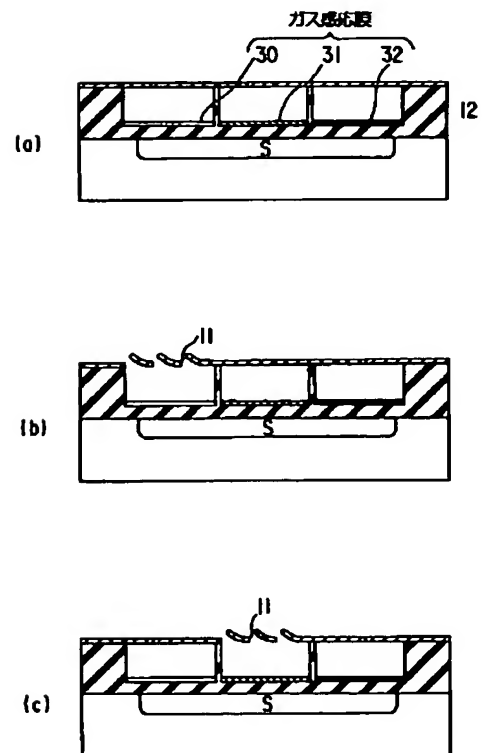
【図3】



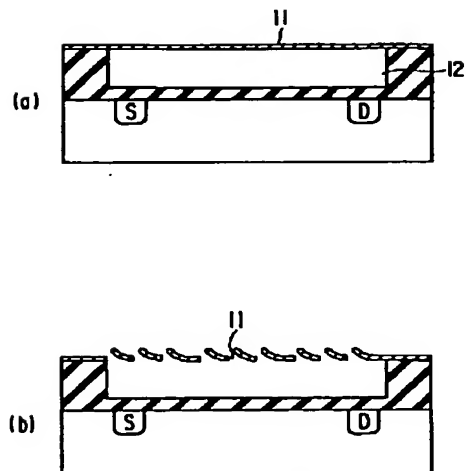
【図5】



【図7】



【図6】



【図8】

